

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-037186

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl. H02K 21/14  
H02K 1/22  
H02K 1/24  
H02K 1/27

(21)Application number : 11-205019

(71)Applicant : TOSHIBA KYARIA KK

(22)Date of filing : 19.07.1999

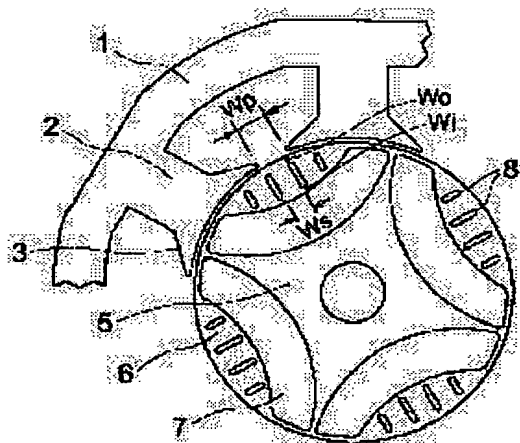
(72)Inventor : FUTAMI TOSHIHIKO

## (54) PERMANENT MAGNET MOTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To restrain increase of iron loss and noise by restraining armature reaction magnetic flux which reaches a stator tooth of other phase from a stator tooth, passing a rotor magnetic pole core.

**SOLUTION:** This permanent magnet motor consists of a rotor 5 which has  $2n$  poles and is inserted in a magnet accommodating hole installed in an iron core 6, and a stator 1 having  $3n$  teeth. In order to increase a magnetic path resistance to armature reaction magnetic flux, a plurality of slender slits 8 formed in the almost normal direction are arranged and formed in the direction rectangular to the normal, in the magnetic pole iron core 6 on the outer periphery of the permanent magnet 7 of the rotor 5. Viewed from the direction almost rectangular to the normal, the interval  $W_o$  between the slits 8 and the outer peripheral surface of the rotor magnetic pole iron core 6 and the interval  $W_i$  between the slits 8 and the permanent magnet 7 are made smaller than the mutual interval  $W_s$  between the slits 8 and the mutual interval  $W_p$  between magnetic pole segments 3 of adjacent teeth 2 of the stator 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.09.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-37186

(P2001-37186A)

(43) 公開日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テ-マコ-ト* (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|--------------|
| H 0 2 K 21/14             |       | H 0 2 K 21/14 | M 5 H 0 0 2  |
| 1/22                      |       | 1/22          | A 5 H 6 2 1  |
| 1/24                      |       | 1/24          | A 5 H 6 2 2  |
| 1/27                      | 5 0 1 | 1/27          | 5 0 1 K      |

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-205019

(22) 出願日 平成11年7月19日 (1999.7.19)

(71) 出願人 399023877

東芝キャリア株式会社

東京都港区芝浦1丁目1番1号

(72) 発明者 二見俊彦

静岡県富士市蓼原336 東芝キャリア株式会社内

(74) 代理人 100064285

弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

Fターム(参考) 5H002 AA03 AA04 AE07 AE08

5H621 BB10 GA01 GA15 GA18 HH08

JK02 JK05

5H622 AA03 CA02 CA07 CA09 CA13

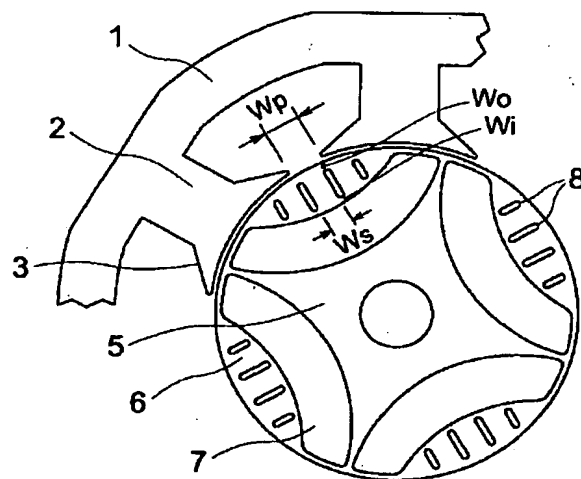
CB01 CB05 DD02 PP07 PP11

(54) 【発明の名称】 永久磁石電動機

(57) 【要約】

【課題】 固定子歯から回転子磁極鉄心を通して他相の固定子歯に至る電機子反作用磁束を抑制し、鉄損および騒音の増大を抑制する。

【解決手段】 本発明は、極数が $2n$ で永久磁石7を鉄心6に設けた磁石収容穴に挿入してなる回転子5と、 $3n$ なる歯数を有する固定子1とからなる永久磁石電動機に関する。回転子5の永久磁石7外周の磁極鉄心6に電機子反作用磁束に対する磁路抵抗を大きくするために、ほぼ法線方向に走る複数の細長いスリット8、9を法線に対して直角な方向に並べて形成すると共に、法線に対してほぼ直角な方向に見てスリット8、9と回転子磁極鉄心6の外周面との間の間隔およびスリット8、9と永久磁石7との間の間隔を、スリット8、9相互間の間隔および固定子1の隣り合う歯2の磁極片3相互間の間隔よりも小さくする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】極数が $2n$  ( $n$ は2以上の整数)で永久磁石を鉄心に形成した磁石收容穴に挿入してなる回転子と、 $3n$ なる歯数を有する固定子とからなる永久磁石電動機において、前記回転子の永久磁石外周の磁極鉄心に電機子反作用磁束に対する磁路抵抗を大きくするために、ほぼ法線方向に走る複数の細長いスリットを前記法線に対して直角な方向に並べて形成すると共に、前記法線に対してほぼ直角な方向に見て前記スリットと前記回転子磁極鉄心の外周面との間の間隔および前記スリットと前記永久磁石との間の間隔を、前記スリット相互間の間隔および前記固定子の隣り合う歯の磁極片相互間の間隔よりも小さくしたことを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項2】前記永久磁石として希土類磁石を用いたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、永久磁石電動機に関する。さらに詳細には、本発明は、極数が $2n$  ( $n$ は2以上の整数)で永久磁石を鉄心に設けた磁石收容穴に挿入してなる回転子と、 $3n$ なる歯数を有する固定子とからなる永久磁石電動機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、極数が $2n$ で永久磁石を鉄心に設けた磁石收容穴に挿入してなる回転子と、 $3n$ なる歯数を有する固定子とからなる永久磁石電動機は公知であり、図4はそのような永久磁石電動機の一例を示すものである。

【0003】図4は、 $n=2$ の場合を例示するものであって、歯数6の固定子1と極数4の回転子5とからなる永久磁石電動機の横断面図を示すものである。固定子1は円周方向に等分配置された6組の固定子歯2、およびその各先端に形成され回転子5の外周面に対向する磁極片3を備えている。固定子巻線は、ここでは図示が省略されている。回転子5は、回転子磁極鉄心6、4極の回転子磁極を形成する4組の永久磁石7を備えている。

【0004】図5は、図4に示した電動機を駆動する駆動回路を示すものである。交流電源10からの交流を順変換器11で直流に変換し、その直流出力を可変周波数出力のインバータ12で任意周波数の交流に再変換して永久磁石電動機13（以下、電動機13と称する）に供給する。電動機13の端子電圧に基づいて位置検出部14により電動機13の回転子位置を検出し、それを位置信号として制御部15に送出する。制御部15は、位置信号を用いて、インバータ12の出力周波数が電動機13の回転周波数と同期するようにインバータ12を制御する。なお、電動機13は実質的に三相同期電動機であって、それに対応しインバータ12も三相ブリッジ型に構成され、U、V、W各相の正側アームはU+、V+、W+で示され、負側アームはU-、V-、W-で示され

ている。図示の回路構成により、直流式の無整流子電動機が構成されている。なお、電動機回転子位置を電動機端子電圧に基づいて検出する方式はセンサレス方式または間接式位置検出方式と言われるものである。

【0005】電動機13の各相巻線には、周知のごとく各瞬間には、いずれか一つの相の正側アームと他の一つの相の負側アームとが対をなしてオン動作し、他の各アームはオフ状態にある。オンすべきアームを3相間で順次切り換えることによってインバータ12から所望の三相出力が電動機13に供給される。

【0006】図6は図4に示した電動機の固定子歯2の回りに巻装した固定子巻線4を図示し、クロスおよびドットで電流の通流方向を、インバータ12の一連の通電モードのうち、具体例として正側アームU+および負側アームV-とがオン動作しており、電流が正側アームU+から電動機U相巻線およびV相巻線を通して負側アームV-へと流れる時の通電状態を示したものである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】固定子1および回転子5の鉄心には基本的には永久磁石7の磁束が通るが、固定子巻線4の起磁力による磁束すなわち電機子反作用磁束もこれに重畳されて通る。この電機子反作用磁束はリラクタンストルクを生成し、永久磁石の磁束によるトルクに加算されて電動機のトルクを大きくすると共に、駆動電流を減少させて銅損を減少させる効果がある。しかし、他方で、電機子反作用磁束は駆動時の総磁束を増大させ、固定子1および回転子5の鉄心の磁束密度増大により鉄損を増大させる作用もある。

【0008】さらに、電機子反作用磁束は駆動電流の高調波成分との相互作用により電動機の騒音増大をもたらすし、鉄心の固有振動数との間に共振が起これると、特に騒音を増大させる作用もある。

【0009】図6に示す駆動状態におけるトルクは、図3の固定子1および回転子5の位置関係を電気角 $0^\circ$ として図7のように表され、一般的に合成トルクが最大となる位置を中心として電気角で前後 $30^\circ$ の範囲で通電が行われる。

【0010】回転子極数 $2n$ 、固定子歯数 $3n$ の電動機13において、特に永久磁石7の外周に磁極鉄心6を配置している場合、通電の中心的な位置関係において、図8に示すように、固定子歯2から回転子磁極鉄心6を通して他相の固定子歯2に至る電機子反作用磁束が多くなり、前述した電機子反作用磁束による鉄損増大・騒音増大の作用が大きくなる。

【0011】なお、永久磁石7として希土類磁石を用いた場合は、図9に示すように、永久磁石7が薄くなり、回転子位置による巻線リアクタンスの変化が小さくなり、リラクタンストルクが大幅に減少する。このため、電機子反作用磁束の影響は、鉄損増大・騒音増大の方がトルク増大より大きくなり、電動機の特性をより悪化さ

せる。そのため、従来、永久磁石7として希土類磁石を用いることは好ましくないとされた。

【0012】以上は、極数4・固定子歯数6の電動機の場合についての説明であるが、一般的に極数 $2n$ ・固定子歯数 $3n$ の永久磁石電動機に共通の現象である。

【0013】本発明は上記事情を考慮してなされたもので、固定子歯から回転子磁極鉄心を通して他相の固定子歯に至る電機子反作用磁束を抑制し、鉄損および騒音の増大を抑制し得る永久磁石電動機を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に係る発明は、極数が $2n$  ( $n$ は2以上の整数)で永久磁石を鉄心に形成した磁石収容穴に挿入してなる回転子と、 $3n$ なる歯数を有する固定子とからなる永久磁石電動機において、回転子の永久磁石外周の磁極鉄心に電機子反作用磁束に対する磁路抵抗を大きくするために、ほぼ法線方向に走る複数の細長いスリットを法線に対して直角な方向に並べて形成すると共に、法線に対してほぼ直角な方向に見てスリットと回転子磁極鉄心の外周面との間の間隔およびスリットと永久磁石との間の間隔を、スリット相互間の間隔および固定子の隣り合う歯の磁極片相互間の間隔よりも小さくした回転子の永久磁石外周の磁極鉄心に電機子反作用磁束に対する磁路抵抗を大きくするためのほぼ法線方向に走る複数のスリットを法線に対して直角な方向に並べて形成すると共に、固定子の隣り合う歯の磁極片相互間の間隔をスリットの相互間隔に対して同等以上としたことを特徴とする。

【0015】請求項2に係る発明は、永久磁石として希土類磁石を用いたことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0017】図1は本発明の一実施形態を示すものであり、電動機としての基本構成は図4に示すものと同一である。この電動機の特徴は、回転子5の永久磁石7外周の磁極鉄心6に、電機子反作用磁束 $\phi_a$ (図2参照)に対する磁路抵抗を大きくするために、ほぼ法線方向に走る複数の細長いスリット8を法線に対して直角な方向に並べて形成した点にある。スリット8は、ここでは、打ち抜き穴として形成されている。法線に対してほぼ直角な方向に見てスリット8と回転子磁極鉄心6の外周面との間の間隔 $W_o$ 、およびスリット8と永久磁石7との間の間隔 $W_i$ 、すなわち電機子反作用磁束 $\phi_a$ の磁路断面積が、スリット8相互間の間隔 $W_s$ および固定子1の隣り合う歯2の磁極片3相互間の間隔 $W_p$ よりも相当に小さいのが特徴である。

【0018】図2は、図1の電動機のある瞬時の通電状態を示したものである。電機子反作用磁束 $\phi_a$ は実線で

示すように固定子歯2の磁極片3から出て回転子磁極鉄心6を通り、さらに他相の固定子歯2の磁極片3へと入って行くが、電機子反作用磁束 $\phi_a$ が通る磁路の磁路抵抗に關係する間隔 $W_o$ および $W_i$ がスリット8の存在により相当狭められ、その結果、電機子反作用磁束 $\phi_a$ が通る磁路、すなわち回転子磁極鉄心6の法線にはほぼ直角な方向の磁路は相当に狭められ、そのため、電機子反作用磁束 $\phi_a$ に対する磁路抵抗は相当大きくなる。それに対して、永久磁石7の磁束 $\phi_p$ が通る磁路、すなわち法線方向の磁路はほとんど狭められておらず、従って永久磁石7の磁束 $\phi_p$ に対する磁路抵抗はほとんど変わらない。

【0019】このようにして、永久磁石7の磁束 $\phi_p$ にほとんど影響を与えることなく、電機子反作用磁束 $\phi_a$ を減少させることができる。従って、上記実施の形態によれば、次の効果を奏することができる。

【0020】1. 電機子反作用磁束が減少し、これによって生ずる鉄損増大・騒音増大を抑制でき、高効率で静かな電動機を提供することができる。

20 【0021】2. 永久磁石に希土類磁石を用いた場合でも、リラクタンストルクが元々小さいので、リラクタンストルク減少の影響は小さく、鉄損増大の抑制による効率向上を期待することができる。

【0022】図3は本発明の他の実施形態を示すものである。ここでは、図1、2の打ち抜き穴からなるスリット8の代わりに、回転子5の外周側に開口された溝として形成したスリット9を形成したものである。これによっても図1および2の実施形態と同様に電機子反作用磁束 $\phi_a$ に対する磁路抵抗を増大し、図1、2のものと同等の作用・効果を奏することができる。なお、スリット9は回転子外周側ではなく、永久磁石収容穴側に開口させてもよいことは明らかである。

【0023】この実施形態によれば、電機子反作用磁束 $\phi_a$ の通る磁路がさらに狭められて磁路抵抗が増大し、上記効果をさらに増強することができる。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、永久磁石の磁束に対する磁路にはほとんど影響を与えることなく、電機子反作用磁束に対する磁路抵抗を大きくして電機子反作用磁束を減少させ、固定子・回転子の鉄損増大抑制によって効率を向上させることができ、また電動機の騒音を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による永久磁石電動機の要部の横断面図。

【図2】図1の永久磁石電動機における電機子反作用磁束を説明するための図。

【図3】本発明の他の実施形態の回転子部分の横断面図。

50 【図4】従来の永久磁石電動機の横断面図。

【図5】永久磁石電動機のセンサレスで駆動する無整流子電動機の回路構成図。

【図6】駆動状態の永久磁石電動機の断面図。

【図7】図6の駆動状態におけるトルク特性を示す線図。

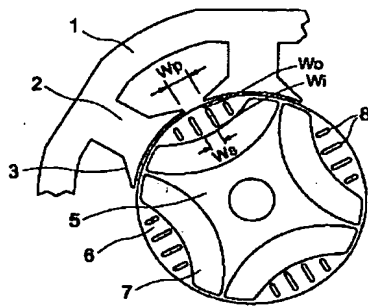
【図8】駆動状態の永久磁石電動機における電機子反作用磁束を説明するための図。

【図9】永久磁石に希土類磁石を用いた回転子の横断面図。

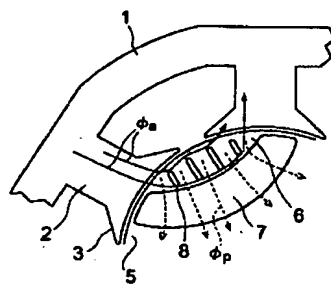
\*【符号の説明】

- 1 固定子
- 2 固定子歯
- 3 磁極片
- 4 固定子巻線
- 5 回転子
- 6 回転子磁極鉄心
- 7 永久磁石
- 8, 3 スリット

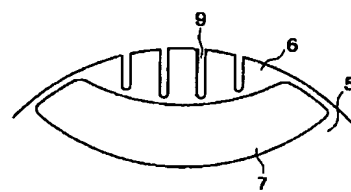
【図1】



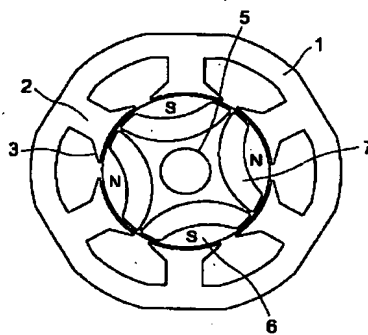
【図2】



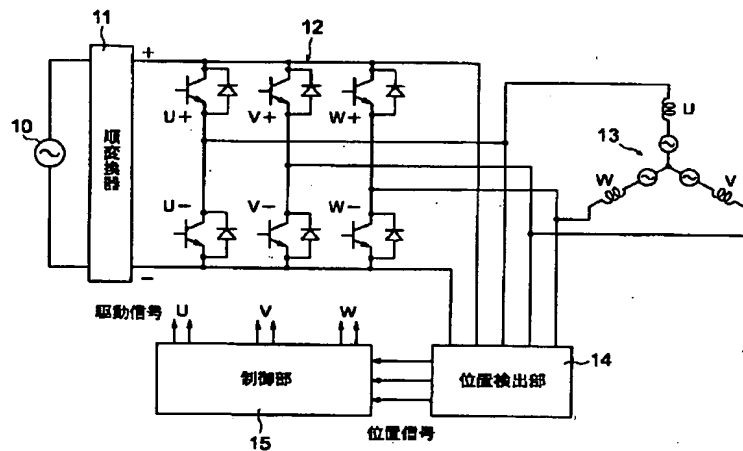
【図3】



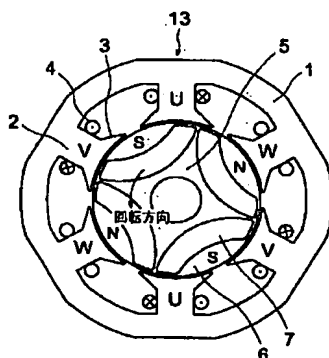
【図4】



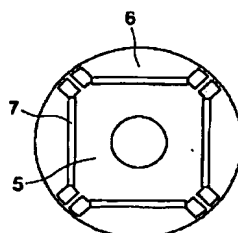
【図5】



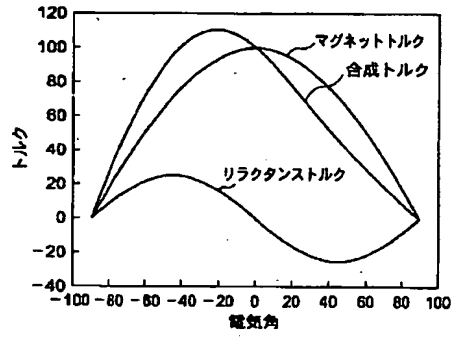
【図6】



【図9】



【図7】



【図8】

